온열질환의 진단 및 치료

유 지 호 · 민 문 기

부산대학교 의과대학 응급의학교실

Diagnosis and treatment of patients with heat-related illnesses

Ji Ho Ryu, MD · Mun Ki Min, MD

Department of Emergency Medicine, Pusan National University College of Medicine, Busan, Korea

Heat stress disorders or heat-related illnesses are a kind of physiological damage that occurs when the body cannot dissipate enough heat due to its thermoregulatory dysfunction. This paper aims to summarize the latest information on the diagnosis and treatment of heat-related illnesses. Heat stress disorders come in a variety of forms including heat edema, heat rash, heat cramps, heat syncope, heat tetany, severe heat exhaustion, and life-threatening heatstroke. Major risk factors may include excessive exercise, continuous exposure to high temperatures or humid environments, lack of acclimation, excessive clothing or protective equipment, obesity, and dehydration. Additional risk factors may include the patient's existing medical condition, environmental and personal factors, and the use of various drugs. Mild heat-related illnesses can be treated only by supportive care such as moving patients to a cool place and laying them in a supine position while elevating their legs and loosening their clothes. However, in the case of heatstroke, quickly lowering the body temperature is an essential in reducing the mortality rate. The most effective cooling method is to immerse the entire body in ice cold water.

Key Words: Heat stress disorders; Heat exhaustion; Heat stroke; Diagnosis; Treatment

서론

온열질환은 신체가 충분히 열을 발산할 수 없을 때 체온 조절기능이 마비되어 나타나는 일종의 생리학적 손상이다. 가볍게는 열부종(heat edema), 열발진(heat rash), 열경련(heat cramp), 열실신(heat syncope), 열경직(heat tetany)

에서부터 심하게는 열탈진(heat exhaustion)과 생명에 치명적인 열사병(heat stroke, heat pyrexia)까지 다양한 양상을 보일 수 있다[1].

앞시상하부(anterior hypothalamus)의 시각전핵(pre-optic nucleus)에 중심체온을 조절하는 감각기가 존재하고 고온과 저온상태에 반응하여 뇌로 활성신호와 억제신호를 보냄으로써 중심체온을 정상적으로 유지한다. 정상적인 체온조절기전으로 앞시상하부에서 피부와 내장기관의 수용체를 활성화하여 열손실을 촉진하고 정상적인 중심체온을 유지함으로써 체온조절을 담당한다. 고온의 환경과 함께 대사 요구량이 증가하면 열분산의 첫 기전으로 혈관들을 확장시키고 땀샘을 활성화시켜 땀을 증발하게 된다. 이때 피부혈류는 250 mL/min에서 6-8 L/min까지 증가한다. 부가적으로

Received: February 18, 2021 Accepted: March 16, 2021

Corresponding author: Ji Ho Ryu

E-mail: pnuem@pusan.ac.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Figure 1. Correlation between the days of heat wave and the number of deaths.

운동하는 동안 근육격의 대사요구량을 증가시키기 위해 심박출량이 증가한다. 또한 피부를 통한 열을 발산하여 체온을 떨어뜨리기 위해 내장기관에서 말초혈관으로의 혈액순환도 감소된다. 지속적인 열발산은 혈액 용적을 감소시켜 저혈량성 쇼크를 유발하고, 신체의 열발산 능력을 더욱 감소시킨다. 열소실에 비해 열생산속도가 과도할 때 중심체온은 오르게 되고 온열질환의 위험도는 증가하게 된다[2-6]. 온도가 20°C에서 1°C 오를 때마다 온열질환의 발생률은 11%로 증가하게 되고[7], 사망률은 체온상승 정도와 열노출기간에 비례한다[8].

온열질환의 빈도는 유럽의 경우 한 해 70,000명, 미국의 경우 1,300명의 환자가 발생하는 것으로 보고되고 있고[9], 고전적 열사병은 미국에서 2009년과 2010년에 인구 10만 명당 1.34명의 빈도로 응급실을 방문했다[10]. 세계보건기구의 자료에 의하면 열노출로 인해 전 세계적으로 2030년도에는 연간 38,000명, 2050년도에는 연간 100,000명 이상의 환자가 사망할 것으로 보고되고 있다[11]. 우리나라의 경우 질병관리청의 자료에 의하면 2020년도 온열질환의 발생

빈도는 1,078명으로 2019년도 1,841명에 비해 41.4% 감소하였다. 또한 사망 환자는 9명이 발생하였고 이는 대부분 열사병으로 추정된다[12]. 질병관리청의 최근 10년간(2011-2020) 자료를 보면 폭염(>33°C)일수가 온열질환 발생뿐 아니라 그로 인한 사망과도 밀접한 연관성이 있다(Figure 1). 2020년 발생수가 2019년에 비해 감소한 것은 폭염일수의 상대적 감소(13.8 VS 8.6) 때문이다. 참고로 2018년 폭염일수는 31.5일로 폭염일수를 측정하기 시작한 1973년 이래 최고를 기록했는데 온열질환을 모니터링하기 시작한 2011년 이후 발생자수와 사망자 수도 각각 4,526명, 48명으로 역대 최고를 기록했다[12]. 한 연구에서 응급실을 방문하는 온열질환의 75%는 열탈진으로 진단되고, 5.4%가

열사병으로 진단되었다[13]. 우리나라의 경우 열탈진 환자가 53.4%로 가장 많았고, 다음으로 열사병(20.6%), 열경련(15.8%), 열실신(7.3%) 순으로 많은 빈도를 차지하였다[12].

위험인자

주요 위험인자로는 개인적으로 과도한 운동, 고온 또는 습한 환경에 지속적으로 노출되었거나 순응의 부족, 과도하게 옷을 입거나 보호장비를 착용, 비만, 탈수 등이 있을 수 있고 부가적 위험인자로는 환자의 기존 의학적 상태, 환경 및 개인적인 요인들, 알콜 등과 같은 다양한 약물들에 의해서도 발생할 수 있다(Table 1) [4,14].

온열질환의 종류

온열질환은 열부종, 열발진, 열경련, 열실신, 열경직과 같

Table 1. Risk factors for heat-related illnesses

Classification	Factor
Drug and alcohol use	Alcohol
	Amphetamines
	Anticholinergics
	Antidepressants
	Antihistamines
	Antipsychotics
	Beta blockers
	Benzodiazepines
	Calcium channel blockers
	Dietary supplements (ergogenic stimulants)
	Diuretics
	Illicit drugs (cocaine, heroin, PCP, LSD)
	Laxatives
	Lithium
	Neuroleptics
	Phenothiazines
	Thyroid agonists
Environmental factor	Absence of adequate breaks
	Absence of shelter or shade
	High humidity
	High temperatures
	Lack of access to water
Individual factor	Age extremes (<15 or > 65 years)
	Deconditioning or sedentary lifestyle
	Excessive clothing
	Inadequate sleep
	Lack of acclimatization
	Large muscle mass
	Male gender
	Obesity
	Preexisting dehydration
Medical condition	Cardiac disease
	Congenital (ectodermal dysplasia, idiopathic anhidrosis)
	Diabetes mellitus
	Previous heat injury
	Recent or acute illness
	Sickle cell trait
	Skin abnormalities (burns, psoriasis, eczema, radiation)

Adapted from Pryor RR, et al. Wilderness Environ Med 2015;26(4 Suppl):S69-S75, according to the Creative Commons license [4].
PCP, phencyclidine; LSD, lysergic acid diethylamide.

은 가벼운 상태와 열탈진과 같은 중등의 상태, 열사병과 같은 심한 상태로 분류할 수 있다.

열부종은 더운 환경에 대한 순응도가 떨어져 일시적인 말초혈관의 확장이 일어남으로써 체액의 이동에 의해 간질액

이 증가하게 된다. 이때 아래쪽 의존적인 하지부종이 많이 발생한다. 체액의 소실에 의한 신체내 염분이 증가함으로써 열부종의 위험성은 더 증가할 수 있다.

열발진은 각질층에 의해 땀샘구멍이 막혔을 때 과도한 열생산이 억제되지 못하면 땀샘관이 파열되고 주위로 염증반응이 일어나서 만성접촉성피부염을 일으키고, 홍반성의 구진 또는 농포같은 형태의 피부병변을 보일 수 있다. 피부병변은 주로 목, 상지, 상체, 사타구니 쪽에 잘 발생한다.

열경련은 수액이나 전해질의 보충 없이 과도한 발한을 하게 되면 염분과 같은 전해질의 불균형이 발생하여 주로 대퇴부, 장딴지, 팔, 복벽에서 간헐적이고 불수의적인 근육의 연축이 일어난다. 전해질 불균형이 더운 환경에서 운동이나 심한 육체적 활동을 하는 동안 과도한 발한에 의해 유발될 수 있다[15-17].

열실신은 더운 환경에서 열발산을 위해 말초혈관이 확장되고 혈류가 피부 말초혈관 쪽으로 이동하면서 일시적으로 뇌 쪽으로의 혈류가 감소되면서 기립성 저혈압을 유발하여 실신을 하게 된다[18]. 증상은 대부분 15-20분 이내에 회복되나[19], 심혈관의 위험인자를 가지고 있거나 고령의 환자, 실신전에 흉통 등의 심인성의 증상이 있었던 경우, 회복이 늦어지는 경우는 심인성 실신과 감별이 필요하다.

열경직은 더운 환경에서 짧은 기간동안 스트레스를 받으면 과호흡을 하게 됨으로써 손발연축과 감각이상을 호소한다.

열탈진은 가장 흔한 온열질환으로 정도의 체온조절기능 장애가 생기고 내장혈관의 수축과 저혈압을 동반한 혈량저하증이 생긴다. 또한 초기 다발성 장기기능의 장애가 발생한다. 발생증상으로는 두통, 오심, 구토, 피로, 권태, 위약감, 불안, 과민성, 실신 등의 다양한 증상을 동반하고 심한 발한과 함께 냉습피부를 보인다. 중심체온은 38-40°C로 상승하고 의식의 변화는 없다.

열탈진 환자의 경우 활력징후를 지속적으로 관찰하는 것이 중요하다. 이때 체온측정은 중심체온을 측정하는 것이 필요하고 직장 또는 식도 체온을 측정하면서 관찰한다. 열탈진의 증상은 대부분 2-3시간 이내에 호전되므로 초기 치료 후 20-30분 이내에 증상호전이 없다면 열사병으로 진행가능성

Table 2. Differential diagnosis for heat stroke

Classification	Diagnosis
Drug and alcohol-associated	Alcohol withdrawal syndrome
	Benzodiazepine withdrawal syndrome
	Anticholinergic drugs overdose
	Sympathomimetics overdose (amphetamine, cocaine, etc.)
	Salicylates overdose
	Malignant hyperthermia
	Neuroleptic malignant syndrome
Endocrine	Serotonin syndrome
	Pheochromocytoma
	Hyperthyroidism and thyrotoxicosis
	Diabetic ketoacidosis
Infection	Central nervous system infection (meningitis, encephalitis, brain abscess, etc.)
	Sepsis
	Cerebral malaria
	Typhoid
	Tetanus
Neurologic conditions	Cerebrovascular accident
	Status epilepticus

을 염두해두고 활력징후를 면밀히 관찰하면서 치료하는 것이 중요하다[20].

열사병은 고전적(비운동성) 열사병과 운동성 열사병으로 나눌 수 있고, 보통 중심체온이 40.5°C 이상 오르고 신경학적 장애를 동반한다. 신경학적 증상으로는 의식소실, 섬망, 혼돈, 초조, 경련, 혼수에 이르기까지 다양하게 발생한다. 부가적으로 발한은 있을 수도 있고 없을 수도 있으며 저혈압, 빠른맥, 빠른호흡을 동반한다. 중심체온이 올라갈 때 가장 영향을 많이 받는 장기는 뇌와 간이고 예후는 높은 체온 상태가 얼마나 오래 지속되는가에 달려 있다[2]. 고전적 열사병은 주로 서서히 발병하고 면역력이 저하된 소아나 노인에서 외부 고온환경에 노출되었을 때 잘 발생하고 운동성 열사병은 급격하게 발병하고 운동선수, 공장이나 건축 노동자, 소방관, 군인 등의 직군에서 잘 발병하고 이는 더운 환경에서 심한 일이나 운동을 함으로써 체온이 증가하고 이런 신체에서의 과도한 열생산으로 인해 열을 발산할 수 없을 때 발생한다[1]. 군대에서는 여성보다 남성에서 약간 많이 발생하고 운동성 열사병은 여성이 더 취약한 것으로 보인다[21].

열사병의 병태생리학은 복잡하며, 단백질변성, 내독소방

출 및 체온조절 실패로 인해 패혈성쇼크와 유사한 전신염증 반응증후군을 유발하여 다장기부전 및 사망을 초래한다[4].

평가

열사병이 의심되는 경우는 기본적인 활력징후를 모니터링해야 하고 직장 체온을 측정하여 중심체온을 지속적으로 관찰해야 한다. 필요한 혈액검사로 온혈구계산, 전해질, 간기능검사, 신기능검사, 프로트롬빈시간/활성화부분 트롬보플라스틴시간(prothrombin time/activated partial thromboplastin time), 크레아틴인산화효소(creatin kinase), 근색소(myoglobin) 등 기본적인 검사가 필요하고 필요 시 약물학적 선별검사를 시행하고 심전도를 측정한다. 영상학적 검사는 경도의 온열질환에서는 필요하지 않으나 열사병에서는 폐렴 등의 원인을 확인하기 위해 가슴사진을 촬영한다. 다른 의식저하 원인을 감별하기 위해서는 뇌 또는 가슴 컴퓨터단층촬영이 필요할 수 있다. 열사병과 감별해야 할 질환과 상태는 Table 2와 같이 다양하다.

치료

열부종의 경우 그늘진 곳으로 옮겨서 쉬게 하고 하지부종의 경우 다리를 올려줌으로써 부기를 제거할 수 있다. 이때 부종감소를 위해 사용하는 이뇨제는 별 도움이 안된다[15].

열발진은 대중적인 치료가 우선이다. 먼저 노출된 주위 열환경을 없애고 시원한 장소로 환자를 옮긴다. 옷을 느슨하게 풀어주고 피부를 시원하게 해주면 대부분 좋아지나 피부염이 지속적이고 가려움증이 동반되면 항히스타민제 연고가 도움이 될 수 있다.

열경련은 시원한 환경으로 옮기고 다리를 높게 유지해 주거나 근육마사지를 해주는 게 도움이 되고 생리식염수를 보충해 주는 것도 도움이 된다.

열실신은 환자를 바로 눕히고 다리를 높여준다. 경구나 혈관 내 전해질용액 보충도 도움을 준다. 대부분 30분 이내에

회복되나 심인성 실신의 위험요인들이 있는 경우에는 추가적인 평가와 함께 감별이 필요하다.

열경직은 환자를 시원한 곳으로 옮기고 안심시켜주고 천천히 호흡하도록 유도한다.

열탈진 환자를 시원한 곳으로 옮기고 바로 눕힌 상태에서 다리를 높게 유지해주는 게 도움이 된다. 옷을 느슨하게 풀어 공기가 잘 통하도록 하여 체온을 빨리 떨어뜨리는데 도움을 준다. 일반적으로 상승된 체온은 증발성 냉각방법을 사용하여 체온을 떨어뜨릴 수 있으나, 다른 방법으로 차가운 물에 몸을 담그거나, 차가운 물에 적신 수건으로 덮어주는 것도 정상체온으로 빨리 감소시킬 수 있다. 그러나 얼음물에 몸 전체를 담그는 것은 권장하지 않는다. 열탈진 상태가 열사병으로 진행한다고 판단될 때에만 고려해 볼 수 있다[20]. 탈수가 있을 경우는 경구로 전해질용액을 보충해주거나 심한 탈수상태일 경우는 결정질용액을 주입한다. 이때는 보통 1-2 L/hr 속도로 시작하고 상태를 보면서 주입속도와 양을 결정한다.

열사병은 기도유지, 호흡, 순환상태를 안정시킨 후 빠른 체온의 냉각이 필요하다. 산소포화도가 낮을 경우는 코삽입관으로 산소를 4 L/min로 시작하여 산소포화도가 90% 이상 유지될 때까지 조절하여 공급한다. 열사병 발생 이후 30분 내에 냉각이 이루어졌을 때 사망률은 거의 0%에 가깝지만[23,24], 긴 시간동안 41°C 이상의 높은 체온 상태로 응급실로 내원한 환자는 80%의 사망률을 보인다고 한다[25]. 30분 내에 중심체온을 38.3°C까지 떨어뜨리는 것이 좋고 중심체온은 직장체온으로 관찰한다[26]. 수동적 냉각방법과 비교했을 때 가장 효과적인 냉각방법은 1-17°C 범위의 얼음물이나 찬물에 몸전체를 담그는 냉각침수법(cold and ice water immersion)이다[27]. 이 방법은 0.15-0.35°C/min의 속도로 체온을 떨어뜨린다[28]. 젖은 수건, 얼음팩, 물을 뿌리면서 증발시키는 방법, 차가운 생리식염수 주입 등은 열사병의 치료에는 덜 효과적이고 병원 내에서는 적합하지 않다. 그러나 병원 전 단계에서 냉각침수법을 시행할 수 없는 상황에서는 이러한 가능한 여러가지 방법들을 사용해 볼 수 있다[29]. 병원 전 단계에서 4°C 생리식염수를 주입했을 때 병원 재원기간을 줄여주고 크레아티닌과 간기능 수치를 빨

리 정상으로 회복시킨다는 연구가 있다[30]. 4°C 생리식염수의 주입은 1,000 mL/30min의 속도로 준다. 경련이 있을 경우 벤조디아제핀(benzodiazepine) 5 mg을 주사하고 경련이 멈출 때까지 최대 20 mg까지 사용가능하다[26]. 단트롤렌(dantrolene)은 근육수축에 의해 열이 생산되는 것을 감소시키기 위해 사용하는 근이완제이다[31]. 단트롤렌은 고전적 열사병에서는 도움이 안되고 운동성 열사병에서 근육경직 또는 연축에 의해 유발되는 열이 의심될 경우에는 냉각침수법과 함께 고려해 볼 수 있다[32]. 해열제의 경우는 온열질환에서는 효과가 없어 피하는 것이 좋다[33].

예후

열부종, 열발진, 열경련, 열경직, 열실신과 같은 경한 온열질환들은 대부분 대중적인 치료로 호전되고 특별한 후유증이 없다. 열탈진 또한 초기 충분한 치료가 이루어진다면 정상적으로 호전되나, 간혹 고나트륨혈증, 저칼륨혈증과 같은 전해질 불균형을 유발할 수 있고 횡문근융해, 정도의 간손상, 급성신부전 등이 발생할 수 있다. 열사병의 경우에는 빠른 치료가 늦어지면 영구적인 뇌손상이 있을 수 있고, 횡문근융해, 급성호흡곤란증후군, 구획증후군, 간부전, 급성신부전, 전해질불균형 또는 파종혈관내응고 등의 합병증이 발생한다. 영구적인 뇌신경학적 장애는 혼수상태지속, 사지마비, 실조, 구음장애, 인지장애, 협조장애 등 다양한 증상이 생기고 신경학적 장애가 있는 환자의 71.4%가 장기간 소뇌기능 장애가 발생하였다[34].

결론

온열질환 발생의 예방을 위해서는 고온에 충분히 적응할 수 있도록 순응도를 높이는 것이 필요하고 주기적으로 충분한 휴식과 함께 탈수가 일어나지 않게 전해질음료수나 물을 마시는 것이 필요하다. 야외활동 시 밝은 색의 옷을 입고 느슨한 옷을 입는 것이 좋고 기온이 가장 높은 시간에는 활동

을 피하는 것이 좋다. 특히, 33°C 이상의 폭염이 예상되는 경우 야외작업이나 야외활동을 줄이도록 권고하는 것이 좋겠다. 온열질환들의 대부분은 예방과 적절한 대중적인 치료로 대부분 호전되나, 열사병의 경우는 적절한 처치가 늦어지면 신경학적 손상 및 다발성 장기손상이 발생하므로 빠른 처치가 필요하고 적절한 대응이 필요하다.

찾아보기말: 온열질환; 열탈진; 열사병; 진단; 치료

ORCID

Ji Ho Ryu, <https://orcid.org/0000-0001-6189-6195>

Mun Ki Min, <https://orcid.org/0000-0003-0759-5556>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgement

This work was supported by a 2-year Research Grant of Pusan National University.

References

- Gauer R, Meyers BK. Heat-related illnesses. *Am Fam Physician* 2019;99:482-489.
- Atha WF. Heat-related illness. *Emerg Med Clin North Am* 2013;31:1097-1108.
- Bennett BL, Hew-Butler T, Rosner MH, Myers T, Lipman GS. Wilderness Medical Society clinical practice guidelines for the management of exercise-associated hyponatremia: 2019 Update. *Wilderness Environ Med* 2020;31:50-62.
- Pryor RR, Bennett BL, O'Connor FG, Young JM, Asplund CA. Medical evaluation for exposure extremes: heat. *Wilderness Environ Med* 2015;26(4 Suppl):S69-S75.
- Balmain BN, Sabapathy S, Louis M, Morris NR. Aging and thermoregulatory control: the clinical implications of exercising under heat stress in older individuals. *Biomed Res Int* 2018;2018:8306154.
- Khan AA. Heat related illnesses. Review of an ongoing challenge. *Saudi Med J* 2019;40:1195-1201.
- Abdelmoety DA, El-Bakri NK, Almowalld WO, Turkistani ZA, Bugis BH, Baseif EA, Melbari MH, AlHarbi K, Abu-Shaheen A. Characteristics of heat illness during Hajj: a cross-sectional study. *Biomed Res Int* 2018;2018:5629474.
- Isaksen TB, Fenske RA, Hom EK, Ren Y, Lyons H, Yost MG. Increased mortality associated with extreme-heat exposure in King County, Washington, 1980-2010. *Int J Biometeorol* 2016;60:85-98.
- Kovats RS, Hajat S. Heat stress and public health: a critical review. *Annu Rev Public Health* 2008;29:41-55.
- Wu X, Brady JE, Rosenberg H, Li G. Emergency department visits for heat stroke in the United States, 2009 and 2010. *Inj Epidemiol* 2014;1:8.
- Wolf T, Martinez GS, Cheong HK, Williams E, Menne B. Protecting health from climate change in the WHO European Region. *Int J Environ Res Public Health* 2014;11:6265-6280.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. Report status of emergency room surveillance system for heat-related illness in 2020 [Internet]. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2019 [cited 2021 Mar 5]. Available from: <http://www.kdca.go.kr/contents.es?mid=a20304010500>.
- Hess JJ, Saha S, Lubner G. Summertime acute heat illness in U.S. emergency departments from 2006 through 2010: analysis of a nationally representative sample. *Environ Health Perspect* 2014;122:1209-1215.
- Howe AS, Boden BP. Heat-related illness in athletes. *Am J Sports Med* 2007;35:1384-1395.
- Lugo-Amador NM, Rothenhaus T, Moyer P. Heat-related illness. *Emerg Med Clin North Am* 2004;22:315-327.
- Nelson NL, Churilla JR. A narrative review of exercise-associated muscle cramps: factors that contribute to neuromuscular fatigue and management implications. *Muscle Nerve* 2016;54:177-185.
- Miller KC. Rethinking the cause of exercise-associated muscle cramping: moving beyond dehydration and electrolyte losses. *Curr Sports Med Rep* 2015;14:353-354.
- Coris EE, Ramirez AM, Van Durme DJ. Heat illness in athletes: the dangerous combination of heat, humidity and exercise. *Sports Med* 2004;34:9-16.
- Asplund CA, O'Connor FG, Noakes TD. Exercise-associated collapse: an evidence-based review and primer for clinicians. *Br J Sports Med* 2011;45:1157-1162.
- Kenny GP, Wilson TE, Flouris AD, Fujii N. Heat exhaustion. *Handb Clin Neurol* 2018;157:505-529.
- Alele F, Malau-Aduli B, Malau-Aduli A, Crowe M. Systematic review of gender differences in the epidemiology and risk factors of exertional heat illness and heat tolerance in the armed forces. *BMJ Open* 2020;10:e031825.
- Calvillo EJ, Hu K, Khoujah D. Management of the hyperthermic patient. *Br J Hosp Med (Lond)* 2011;72:571-575.
- Casa DJ, Armstrong LE, Kenny GP, O'Connor FG, Huggins RA. Exertional heat stroke: new concepts regarding cause and care. *Curr Sports Med Rep* 2012;11:115-123.
- Sloan BK, Kraft EM, Clark D, Schmeissing SW, Byrne BC, Rusyniak DE. On-site treatment of exertional heat stroke. *Am J Sports Med* 2015;43:823-829.
- Argaud L, Ferry T, Le QH, Marfisi A, Ciorba D, Achache P,

- Ducluzeau R, Robert D. Short- and long-term outcomes of heatstroke following the 2003 heat wave in Lyon, France. *Arch Intern Med* 2007;167:2177-2183.
26. Epstein Y, Yanovich R. Heatstroke. *N Engl J Med* 2019;380:2449-2459.
27. Douma MJ, Aves T, Allan KS, Bendall JC, Berry DC, Chang WT, Epstein J, Hood N, Singletary EM, Zideman D, Lin S; First Aid Task Force of the International Liaison Committee on Resuscitation. First aid cooling techniques for heat stroke and exertional hyperthermia: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020;148:173-190.
28. O'Connor JP. Simple and effective method to lower body core temperatures of hyperthermic patients. *Am J Emerg Med* 2017;35:881-884.
29. Wasserman DD, Thurman J, Healy M. EMS methods to cool a patient in the field. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2021 [cited 2021 Mar 5]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459303/>.
30. Mok G, DeGroot D, Hathaway NE, Bigley DP, McGuire CS. Exertional heat injury: effects of adding cold (4°C) intravenous saline to prehospital protocol. *Curr Sports Med Rep* 2017;16:103-108.
31. Santelli J, Sullivan JM, Czarnik A, Bedolla J. Heat illness in the emergency department: keeping your cool. *Emerg Med Pract* 2014;16:1-21.
32. Hadad E, Cohen-Sivan Y, Heled Y, Epstein Y. Clinical review: treatment of heat stroke: should dantrolene be considered? *Crit Care* 2005;9:86-91.
33. Lipman GS, Gaudio FG, Eifling KP, Ellis MA, Otten EM,

Grissom CK. Wilderness Medical Society clinical practice guidelines for the prevention and treatment of heat illness: 2019 update. *Wilderness Environ Med* 2019;30(4 Suppl):S33-S46.

34. Lawton EM, Pearce H, Gabb GM. Review article: environmental heatstroke and long-term clinical neurological outcomes: a literature review of case reports and case series 2000-2016. *Emerg Med Australas* 2019;31:163-173.

Peer Reviewers' Commentary

폭염은 과거에는 열대 지역에 국한된 문제였으나, 급격한 산업화로 인해 온실가스 배출이 증가함에 따라 지구 온난화 진행이 가속되면서 온대 지역에서도 여름철 폭염 빈도가 증가하고 있다. 폭염은 필연적으로 온열질환 발생 빈도를 증가시키고 있어서 온열질환은 이제 전 지구적인 관심 문제가 되고 있다. 이 논문은 이러한 온열질환의 종류, 기전, 진단, 치료 및 예방 등에 대하여 최신 지식을 정리하여 잘 설명해 주고 있다. 우리나라의 경우, 질병관리청은 최근 10년 동안의 자료를 통해 폭염일수와 온열질환 발생 빈도 사이에 밀접한 연관성이 있다고 발표하였다. 이 논문은 응급의학 분야를 비롯한 일반 임상 현장에서 온열질환 환자를 진단하고 치료하는 데 있어서 좋은 정보를 제공할 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]